

明 細 書

2次元画像形成装置

5 技術分野

本発明は、2次元画像形成装置に関し、テレビ受像機、映像プロジェクタなどの画像表示装置や、半導体露光装置などの画像形成装置に関するものである。

背景技術

10 第7図は、従来のレーザディスプレイの概略構成を示す図である。

このレーザディスプレイ100は、RGB3色に対応するレーザ光源101a～101cと、レーザ光源101a～101cから出力されたレーザ光La～Lcを、入力映像信号の原色信号Sa～Scに応じて強度変調する光変調器106a～106cとを有している。レーザディスプレイ100は、光変調器106a
15 にて変調されたレーザ光Laを反射するミラー103と、光変調器106bにて変調されたレーザ光Lbとミラー103で反射されたレーザ光Laとを合波するダイクロイックミラー102aと、光変調器106bにて変調されたレーザ光Lbとダイクロイックミラー102aからのレーザ光とを合波するダイクロイックミラー102bとを有している。さらに、このレーザディスプレイ100は、ダイクロイックミラー102bで合波されたレーザ光を集光する集光レンズ107
20 と、該集光レンズ107により集光されたレーザ光をx方向に走査するポリゴンスキャナ104と、ポリゴンスキャナ104からの光を、スクリーン108上に、2次元の画像が形成されるようy方向に走査するガルバノスキャナ105とを有している。

25 次に動作について説明する。

RGB3色に対応するレーザ光源101a～101cからのレーザ光La～Lcは、入力映像信号の各原色信号Sa～Scに応じて光変調器106a～106cで強度変調され、ミラー103及びダイクロイックミラー102a、102bからなる光学系にて合波される。さらに、集光レンズ107により集光されたレ

ーザ光は、ポリゴンスキャナ104によってx方向に、ガルバノスキャナ105によってy方向に走査され、スクリーン108上に2次元の画像が表示される。

- 5 レーザ光源を用いることで、色純度が高く、鮮やかな画像の表示が可能となる。

- ところで、このような従来のレーザディスプレイでは、光源に干渉性の高い光を出力するレーザ光源を用いていることから、いわゆるスペックルノイズが生じるという問題がある。このスペックルノイズは、レーザ光がスクリーン108で散乱される際、スクリーン108上の各部分で散乱された散乱光同士が干渉することによって生じる微細なノイズである。
- 10

このようなスペックルノイズを除去する方法は、例えば、特開平7-297111号公報に開示されており、この公報には、集光光学系の光路上に拡散板を配置し、この拡散板を回転させることにより上記スペックルノイズを除去する方法が記載されている。

- 15 ところが、拡散板を回転させるための機構により装置規模が大きくなる、また、拡散板で散乱される光のロスにより、スクリーン上に表示される画像の明るさが低下するなどの問題があった。

- 本発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたものであり、スペックルノイズによる画像の劣化を拡散板により、装置規模をそれほど大きくすることなく防
- 20 止するとともに、拡散板により散乱される光のロスを効果的に抑えて、明るい画像表示を行うことができる2次元画像形成装置を得ることを目的とする。

発明の開示

- 本発明の請求の範囲第1項に記載の2次元画像形成装置は、光変調により2次元画像を形成する装置であって、コヒーレント光源と、光を拡散する拡散板と、
- 25 上記コヒーレント光源からの光を拡散板に照射する照明光学系と、上記拡散板を揺動する拡散板揺動部と、上記拡散板に近接して設置され、該拡散板で拡散された、上記コヒーレント光源からの光を変調する空間光変調素子とを備え、上記拡散板揺動部は、上記拡散板の粒子サイズdと、上記拡散板を揺動する速度Vとの

間に成立する次式、 $V > d \times 30$ （ミリメートル／秒）を満たす速度で、上記拡散板を揺動するものである。

これにより、スクリーン上に投影される画像に存在するスペックルノイズを低減することができ、高品質の画像表示が可能となる。

- 5 また、本発明の請求の範囲第2項に記載の2次元画像形成装置は、光変調により2次元画像を形成する装置であって、コヒーレント光源と、光を拡散する拡散板と、上記コヒーレント光源からの光を拡散板に照射する照明光学系と、上記拡散板に近接して設置され、該拡散板で拡散された、上記コヒーレント光源からの光を変調する空間光変調素子と、上記空間光変調素子での光変調により得られた
- 10 像を空間上のある面に投写する投写レンズとを備え、上記拡散板は、その拡散角を、上記照明光学系の実質的な開口数と、上記投写レンズの明るさに基づいて決定したものである。

- これにより、拡散板の拡散角、照明光学系の実質的な開口数、投写レンズの明るさが適切な関係となり、投写レンズでのけられによる光量ロスを防ぎ、明るい
- 15 画像表示が可能であるという効果がある。

- また、本発明の請求の範囲第3項に記載の2次元画像形成装置は、請求の範囲第2項に記載の2次元画像形成装置において、上記拡散板の拡散角 θ と、上記照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、上記投写レンズの明るさ f との間に、 $\theta / 2 + \sin^{-1}(NA_{in}) < 2 \times \tan^{-1}(1 / 2f)$ なる関係が成り立つも
- 20 のである。

これにより、投写レンズでのけられによる光量ロスを防ぎ、明るい画像表示を実現することができる。

- また、本発明の請求の範囲第4項に記載の2次元画像形成装置は、光変調により2次元画像を形成する装置であって、コヒーレント光源と、光を拡散する拡散板と、上記コヒーレント光源からの光を拡散板に照射する照明光学系と、上記拡散板に近接して設置され、該拡散板で拡散された、上記コヒーレント光源からの光を変調する空間光変調素子と、上記空間光変調素子での光変調により得られた像を空間上のある面に投写する投写レンズとを備え、上記空間光変調素子と上記
- 25 拡散板とは、上記拡散板の拡散角と、上記照明光学系の実質的な開口数と、上記

空間光変調素子の対角方向の画面サイズとに基づいて決定した距離だけ隔てて配置されているものである。

これにより、拡散板の拡散角、照明光学系の実質的な開口数、空間光変調素子の対角方向の画面サイズが適切な関係となり、拡散板により空間光変調素子の画像表示部分の外側にまで光が散乱されるのを防ぎ、コヒーレント光源からスクリーンに至る光伝達経路でのトータルの光量ロスを低減させることができる効果がある。

また、本発明の請求の範囲第5項に記載の2次元画像形成装置は、請求の範囲第4項に記載の2次元画像形成装置において、上記拡散板の拡散角 θ と、上記照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、上記空間光変調素子と上記拡散板との間の距離 L と、上記空間光変調素子の対角方向の画面サイズ D との間に、 $(\theta/2 + \sin^{-1}(NA_{in})) \times L < D/3$ の関係が成り立つものである。

これにより、コヒーレント光源からスクリーンに至る光伝達経路でのトータルの光量ロスを低減させることができる効果がある。

また、本発明の請求の範囲第6項に記載の2次元画像形成装置は、光変調により2次元画像を形成する装置であって、コヒーレント光源と、光を拡散する拡散板と、上記コヒーレント光源からの光を拡散板に照射する照明光学系と、上記拡散板に近接して設置され、該拡散板で拡散された、上記コヒーレント光源からの光を変調する空間光変調素子と、上記空間光変調素子の像を空間上のある面に投写する投写レンズとを備え、上記空間光変調素子と上記拡散板とは、上記拡散板の透過率ムラのピッチと、上記照明光学系の実質的な開口数とに基づいて決定した距離だけ隔てて配置されているものである。

これにより、拡散板の拡散角、拡散板の透過率ムラのピッチ、照明光学系の実質的な開口数、拡散板と空間光変調素子との距離が適切な関係となり、拡散板の局所的な透過率ムラによる画像の劣化を防ぎ、高品質の画像表示が可能になるという効果がある。

また、本発明の請求の範囲第7項に記載の2次元画像形成装置は、請求の範囲第6項に記載の2次元画像形成装置において、上記拡散板の透過率ムラのピッチ P と、上記照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、上記空間光変調素子と上記

拡散板との間の距離 L との間に、 $L \times NA_{in} > P$ なる関係が成り立つものである。

これにより、拡散板の局所的な透過率ムラによる画像の劣化を防ぎ、高品質の画像表示が可能になるという効果がある。

- 5 また、本発明の請求の範囲第8項に記載の2次元画像形成装置は、請求の範囲第1項ないし第7項のいずれかに記載の2次元画像形成装置において、上記照明光学系は、光インテグレータを含むものである。

これにより、空間光変調素子上での一様な照明を実現できる効果がある。

- 10 また、本発明の請求の範囲第9項に記載の2次元画像形成装置は、請求の範囲第8項に記載の2次元画像形成装置において、上記光インテグレータは、少なくとも2枚のレンズアレイからなるものである。

これにより、明暗ムラを無くすることができる効果がある。

- 15 また、本発明の請求の範囲第10項に記載の2次元画像形成装置は、請求の範囲第8項に記載の2次元画像形成装置において、上記光インテグレータは、ロッド型光インテグレータからなるものである。

これにより、空間光変調素子上での一様な照明を簡単な構成により実現することができる効果がある。

- 20 また、本発明の請求の範囲第11項に記載の2次元画像形成装置は、請求の範囲第1項ないし第7項のいずれかに記載の2次元画像形成装置において、上記拡散板は、所望の拡散角が得られるよう表面が加工された擬似ランダム拡散板からなるものである。

これにより、一様な拡散角と透過率を実現し、よりノイズが少なく、明るい画像表示が可能になるという効果がある。

- 25 また、本発明の請求の範囲第12項に記載の2次元画像形成装置は、請求の範囲第11項に記載の2次元画像形成装置において、上記擬似ランダム拡散板は、透明基板を、その表面の格子状に区画されたセル領域を、隣接するセル領域の高さが異なるよう加工してなるものである。

これにより、拡散板を通過する光の拡散角がセルの大きさによって厳密にコントロールすることができ、光利用効率を向上させることができる効果がある。

また、本発明の請求の範囲第 1 3 項に記載の 2 次元画像形成装置は、請求の範囲第 1 2 項に記載の 2 次元画像形成装置において、上記透明基板を加工してなる擬似ランダム拡散板は、隣接するセル領域の高さの差が、これらのセル領域を通過する光の位相が $\pi/4$ だけずれるよう設定したものである。

- 5 これにより、拡散角が一定なるよう拡散板を作製することができ、光利用効率を向上させることができる効果がある。

また、本発明の請求の範囲第 1 4 項に記載の 2 次元画像形成装置は、請求の範囲第 1 1 項に記載の 2 次元画像形成装置において、上記擬似ランダム拡散板は、その表面の高さが連続して変化する凹凸表面形状を有するものである。

- 10 これにより、拡散板表面の隣接する凹凸部間での段差により生じる大きな角度で散乱される高次の回折光の発生を回避することができ、投影レンズでのけられによる光量のロスをなくして光利用効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- 15 第 1 図は、本発明の実施の形態 1 による 2 次元画像形成装置を説明する図である。

第 2 図は、上記実施の形態 1 の 2 次元画像形成装置における照明光学系を説明する図である。

- 20 第 3 (a) 図は、上記実施の形態 1 の 2 次元画像形成装置における、照明光の開口数、空間光変調素子の出射光の開口数、拡散板と空間光変調素子との間の距離、を示す図である。

第 3 (b) 図は、上記実施の形態 1 の 2 次元画像形成装置における拡散板の拡散角を示す図である。

- 25 第 4 (a) 図は、本発明の実施の形態 2 による 2 次元画像形成装置における、照明光の開口数、空間光変調素子の出射光の開口数、を表す図である。

第 4 (b) 図は、上記実施の形態 2 による 2 次元画像形成装置における拡散板の拡散角を表す図である。

第 5 図は、本発明の実施の形態 3 による 2 次元画像形成装置を説明する図であり、該 2 次元画像形成装置で用いる擬似ランダム拡散板を示している。

第6(a)図は、本発明の実施の形態4による2次元画像形成装置を説明する図であり、該2次元画像形成装置で用いる擬似ランダム拡散板を説明する平面図である。

第6(b)図は、上記実施の形態4による2次元画像形成装置で用いる擬似ランダム
5 拡散板を説明する断面図である。

第7図は、従来の2次元画像形成装置を示す概略構成図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

10 (実施の形態1)

第1図は、本発明の実施の形態1による2次元画像形成装置を説明する概略構成図である。

第1図に示す2次元画像形成装置110は、コヒーレント光源であるRGB3色の各原色信号に対応するレーザ光源1a～1cと、光を拡散する拡散板6a～
15 6cと、上記レーザ光源1a～1cから出力されたレーザ光L1a～L1cをそれぞれ上記拡散板6a～6cに照射する照明光学系とを有している。また、2次元画像形成装置110は、上記各拡散板6a～6cを揺動する拡散板揺動部13a～13cと、上記拡散板6a～6cで拡散された上記各レーザ光源1a～1cからの光を変調する、液晶パネルなどで構成される空間光変調素子7a～7cと、
20 上記各空間光変調素子7a～7cを通過した光を合波するダイクロイックプリズム9と、上記ダイクロイックプリズム9にて合波された光をスクリーン11上に投写する投写レンズ10とを有している。

ここで、レーザ光源1aは、赤色レーザ光L1aを出力する赤色レーザ光源、レーザ光源1bは、緑色レーザ光L1bを出力する緑色レーザ光源、レーザ光源
25 1cは、青色レーザ光L1cを出力する青色レーザ光源である。また、レーザ光源1a～1cには、He-Neレーザ、He-Cdレーザ、Arレーザなどの気体レーザ、AlGaInP系やGaN系の半導体レーザ、あるいは固体レーザの出力光を基本波とするSHG(Second Harmonic Generation)レーザなどを用いることができる。

上記赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系は、上記レーザ光源 1 a からの光を拡大するビームエキスパンダ 2 a と、上記ビームエキスパンダ 2 a により拡大された光を二次元的に区分して拡大投影する光インテグレータ 3 a とを有している。またこの光学系は、上記光インテグレータ 3 a により拡大投影された光を
5 集光する集光レンズ 1 2 a と、集光された光を反射するミラー 1 5 a と、該ミラー 1 5 a からの反射光を変換して拡散板 6 a に照射するフィールドレンズ 8 a とを有している。このフィールドレンズ 8 a は、上記投写レンズ 1 0 の開口内を効率よく光が通過するよう、上記拡散板 6 a を介して上記空間光変調素子 7 a に入射する光を収束ビームに変換するものである。

10 上記緑色レーザ光源 1 b に対応する照明光学系は、上記レーザ光源 1 b からの光を拡大するビームエキスパンダ 2 b と、上記ビームエキスパンダ 2 b により拡大された光を二次元的に区分して拡大投影する光インテグレータ 3 b とを有している。またこの光学系は、上記光インテグレータ 3 b により拡大投影された光を集光する集光レンズ 1 2 b と、集光された光を変換して拡散板 6 b に照射するフ
15 ィールドレンズ 8 b とを有している。このフィールドレンズ 8 b は、上記投写レンズ 1 0 の開口内を効率よく光が通過するよう、上記拡散板 6 b を介して上記空間光変調素子 7 b に入射する光を収束ビームに変換するものである。

上記青色レーザ光源 1 c に対応する照明光学系は、上記レーザ光源 1 c からの光を拡大するビームエキスパンダ 2 c と、上記ビームエキスパンダ 2 c により拡大された光を二次元的に区分して拡大投影する光インテグレータ 3 c とを有して
20 いる。またこの光学系は、上記光インテグレータ 3 c により拡大投影された光を集光する集光レンズ 1 2 b と、集光された光を反射するミラー 1 5 c と、該ミラー 1 5 c からの反射光を変換して拡散板 6 c に照射するフィールドレンズ 8 c とを有している。このフィールドレンズ 8 c は、上記投写レンズ 1 0 の開口内を効
25 率良く光が通過するよう、上記拡散板 6 c を介して上記空間光変調素子 7 c に入射する光を収束ビームに変換するものである。

次に、上記赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系の原理について説明する。

第 2 図は、第 1 図に示す、2 次元画像形成装置における赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系を簡略化して示す模式図である。なお、図中第 1 図と同一符

号は同一のものを示し、緑色レーザ光源 1 b に対応する照明光学系及び青色レーザ光源 1 c に対応する照明光学系は、赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系と同一の構成である。

5 ビームエキスパンダ 2 a は、光源からの光が入射する拡大レンズ 2 1 と、該拡大レンズ 2 1 からの出射光を平行光束にするコリメータレンズ 2 2 とよりなる。

光インテグレータ光学系 3 a は、2 枚の 2 次元レンズアレイ 4 及び 5 からなるものである。レンズアレイ 4 は、マトリクス状に配列された複数のエレメントレンズ 4 1 からなり、レンズアレイ 5 は、マトリクス状に配列された複数のエレメントレンズ 5 1 からなる。これらのレンズアレイ 4 及び 5 は、空間光変調素子側
10 のエレメントレンズ 5 1 によって、光源側のエレメントレンズ 4 1 の像が全て空間光変調素子 7 a 上に結像するようにそれぞれのエレメントレンズが配置されている。コリメータレンズ 2 2 からのコリメートされた光は、該レンズアレイ 4 上の中央付近では明るく、その周辺では暗くなるよう分布している。レンズアレイ 4 及び 5 は、レンズアレイ 4 上に照射される光をレンズアレイ 4 の微小領域に相当する各エレメントレンズ 4 1 で切り取り、各エレメントレンズ 4 1 により切り
15 取った光を、全て空間光変調素子 7 a 上で重ね合わせることで、空間光変調素子 7 上での光強度分布を一様にするものである。

また、上記拡散板揺動部 1 3 a は、スクリーン上に投影される画像に存在していたスペックルノイズが低減されるよう、拡散板 6 a を揺動するものであり、拡
20 散板 6 を揺動させる動作条件等を規定することによって、スペックルノイズを有効に低減することができる。

次に動作について説明する。

赤色レーザ光源 1 a、緑色レーザ光源 1 b、青色レーザ光源 1 c から出射した光 L 1 a ~ L 1 c は、それぞれ対応する照明光学系を経て拡散板 6 a ~ 6 c に入
25 射し、拡散板 6 a ~ 6 c により拡散される。該各拡散板 6 a ~ 6 c に隣接して配置された空間光変調素子 7 a ~ 7 c は、拡散板 6 a ~ 6 c により拡散されたレーザ光により照明され、各空間光変調素子 7 a ~ 7 c 上には、2 次元画像が形成される。そして、各空間光変調素子 7 a ~ 7 c を通過した光は、ダイクロイックブリズム 9 により合波され、合波された光は投写レンズ 1 0 によってスクリーン 1

1 上に投影される。

ここで、赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系では、上記レーザ光源 1 a からの光がビームエキスパンダ 2 a により拡大され、該拡大された光は、光インテグレータ 3 a により二次元的に区分して拡大投影される。さらに該照明光学系
5 5 では、上記光インテグレータ 3 a により拡大投影された光は、集光レンズ 1 2 a により集光され、ミラー 1 5 a 及びフィールドレンズ 8 a を経て拡散板 6 a に入射する。このとき、上記フィールドレンズ 8 a では、上記投写レンズ 1 0 の開口内を効率よく光が通過するよう、上記拡散板を介して上記空間光変調素子 7 a に入射する光が収束ビームに変換される。

10 10 なお、緑色レーザ光源 1 b に対応する照明光学系では、赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系とは異なり、集光レンズ 1 2 b により集光された光が直接フィールドレンズ 8 a に入射する。青色レーザ光源 1 c に対応する照明光学系では、該レーザ光源 1 c から出力された光が、赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系と全く同様にして拡散板 6 c へ導かれる。

15 15 また、拡散板揺動部 1 3 a ~ 1 3 c は、変調されたレーザ光をスクリーン上に投影している状態で、対応する拡散板 6 a ~ 6 c をそれぞれ揺動するよう、つまり一定方向に往復運動するよう動作させる。

以下、上記拡散板の動作条件について第 3 図を用いて説明する。

第 3 (a) 図は、本実施の形態 1 の 2 次元画像形成装置 1 1 0 における赤色レーザ
20 20 光源 1 a に対応する照明光学系を挙げて、照明光学系の開口数 NA_{in} 、空間光変調素子 7 a の出射光の開口数 NA_{out} 、拡散板 6 a と空間光変調素子 7 a との間の距離 L を示す図である。第 3 (b) 図は、拡散板 6 a の拡散角 θ を示す図である。これらの図において、第 1 図と同じ符号は同一のものを示している。また、
25 25 緑色レーザ光源 1 b に対応する照明光学系及び青色レーザ光源 1 c に対応する照明光学系においても、拡散板の動作条件は赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系のものと同一である。

まず、拡散板 6 a ~ 6 c の揺動速度について説明する。

拡散板 6 a を通過した光が空間光変調素子 7 a 上に照射されると、該空間光変調素子 7 a 上には、拡散板 6 a の粒状性に応じたスペックルパターンが形成され

る。スペックルノイズは、拡散板揺動部 13 a を用いて拡散板 6 a を揺動することにより抑圧される。つまり拡散板 6 a の揺動により、スペックルパターンが空間光変調素子 7 a に対して平行に移動することとなり、観察映像中のスペックルが平均化される。このとき、拡散板 6 a の揺動速度はその粒状性から規定される。

- 5 具体的には、拡散板 6 a の揺動速度は、拡散板 6 a の粒状性により決まる粒子サイズ d 、例えば拡散板 6 a のランダムな表面形状における山と山あるいは谷と谷の距離 d を、人間の目の特性である残像時間（約 $1/30$ 秒）の間に移動させることができる速度である。従って、拡散板 6 a の揺動速度 V （ミリメートル/秒）は、

10 $V > d \times 30 \dots (式1)$

の条件を満たせばよい。具体的には、通常の拡散板 6 a は、粒子サイズが 5 マイクロメートルから 100 マイクロメートルである粒状性を持つため、拡散板 6 a の揺動速度は、数百マイクロメートル毎秒から数ミリメートル毎秒とすれば良い。

- 15 なお、拡散板 6 b、6 c の揺動速度も、上記拡散板 6 a の揺動速度と同様に設定される。

次に、拡散板 6 a ～ 6 c の拡散角について説明する。

- 20 拡散板 6 a の拡散角 θ は、投写レンズ 10 の f 値によって制限される。すなわち、投写レンズ 10 の f 値に対して $1/f$ ラジアンを越える角度で入射した光線は投写レンズ 10 で遮光される。そのため十分に光の利用効率を確保するには、空間光変調素子 7 a の出射光の開口数 NA_{out} を $1/f$ 以下にする必要がある。すなわち、拡散板 6 a の拡散角 θ と、光インテグレータ 3 a を含む照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、投写レンズ 10 の明るさ f との間に、

$$\theta/2 + \sin^{-1}(NA_{in}) < 2 \times \tan^{-1}(1/2f) \dots (式2)$$

- 25 の関係が成り立つようにすると良い。ここで拡散角 θ は、拡散板に平行な光が入射したときの出射光の強度が中心強度の $1/2$ になる角度（全角）で定義される。

例えば、拡散角 θ （ $\theta = 10$ 度）の拡散板と開口数 NA_{in} （ $NA_{in} = 0.1$ ）の光インテグレータを用いると、投写レンズ 10 は、 $f5$ 程度のものでよい。

簡単に説明すると、上記（式2）を変形すると、以下の（式2a）が得られる。

$$(2 \times \tan((\theta/2 + \sin^{-1}(NA_{in})) / 2)^{-1} > f \dots (式2a)$$

この(式2 a)の左辺の変数 θ に10、 NA_{in} に0.1を代入すると、

$$(2 \times \tan((5^\circ + \sin^{-1}(0.1)) / 2))^{-1} = 5.7$$

となる。従って、投写レンズ10の明るさ f は、5程度あれば、上記(式2)が示す関係は満たされる。

- 5 なお、拡散板6 b, 6 cの拡散角も、上記拡散板6 aの拡散角と同様に設定される。

- また、拡散板6 aを効果的に用いるためには、上述のような拡散板6 aの揺動速度や拡散角を規定する以外に、拡散板6 aと空間光変調素子7 aとの間の距離を規定する必要がある。ここで、空間光変調素子7 aと拡散板6 aとの距離が大きくなると、拡散板6 aによって散乱された光の一部が空間光変調素子7 aの画像表示部分の外側にまで散乱され、トータルの光量ロスとなる。この光量ロスを一定以下に抑えるためには、拡散板6 aと空間光変調素子7 aとの間の距離 L は、
- 10 拡散板6 aの拡散角 θ 、光インテグレータ3 aを含む照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} 、拡散板6 aと空間光変調素子7 aとの間の距離 L 、及び空間光変調素子7 aの画像表示範囲の対角線の長さ D の間に、
- 15

$$(\theta / 2 + NA_{in}) \times L < D / 3 \dots (式3)$$

の関係が成り立つように設定すると良い。

- また、拡散板6 aとして表面にランダムな凹凸パターンが形成された構造のものをを用いた場合には、局所的な拡散角及び透過率が拡散板6 a上の場所によって異なる。このため、拡散板6 aが空間光変調素子7 aの近くに位置していると、この透過率の偏在によって空間光変調素子7 a上での光強度分布にもばらつきが生じ、拡散板6 aの動きに応じた明度のムラの動きがスクリーン上に現われ、これが画像に重畳されてしまう。これを防ぐため、拡散板6 aを空間光変調素子7 aから一定以上の距離を離して設置することになる。拡散板6 aには、光インテ
- 20 グレータ3 aを構成するレンズアレイ5の各エレメントレンズからの光が、それぞれ異なる方向から入射するため、拡散板6 aと空間光変調素子7 aとの間の距離 L を十分にとることで、拡散板6 aにより拡散された、それぞれのエレメントレンズからの光による明度ムラが平均化される。すなわち、拡散板6 aと空間光変調素子7 aとの間の距離 L は、拡散板6 aの透過率ムラのピッチ P と、光イン
- 25

テグレータ 3 a の実質的な開口数 NA_{in} と、拡散板 6 a と空間光変調素子 7 a との間の距離 L との間に、

$$L > P / NA_{in} \cdots (式4)$$

の関係が成り立つよう設定すると良い。

- 5 さらに、拡散板 6 a をより効果的に用いるためには、上記 (式 3) 及び上記 (式 4) より、拡散板 6 a と空間光変調素子 7 a との間の距離 L が、

$$P / NA_{in} < L < D / (3 \times (\theta / 2 + NA_{in})) \cdots (式5)$$

の関係が成り立つように設定すれば良い。

- 10 通常の拡散板の透過率 μ のピッチ P は、拡散板 6 a の粒状性 d の 10 倍以下であるから、例えば、開口数 0.1 の光インテグレータ 3 a を含む照明光学系を用いた時には、拡散板 6 a の粒状性が 5 マイクロメートルから 100 マイクロメートルであれば、拡散板 6 a と空間光変調素子 7 a との間は、数百マイクロメートルから 10 ミリメートル以上の距離を離せばよい。

- 15 なお、拡散板 6 b と空間光変調素子 7 b との距離、及び拡散板 6 c と空間光変調素子 7 c との距離も、上記拡散板 6 a と空間光変調素子 7 a との距離と同様に設定される。

- 20 このように、本実施の形態 1 では、RGB 3 色のレーザ光源 1 a ~ 1 c と、光を拡散する拡散板 6 a ~ 6 c と、上記レーザ光源 1 からの光を上記拡散板に照射する照明光学系と、上記拡散板 6 a ~ 6 c を揺動する拡散板揺動部 13 a ~ 13 c と、上記拡散板 6 a ~ 6 c に近接して設置され、該拡散板 6 a ~ 6 c で拡散された、上記レーザ光源 1 a ~ 1 c からの光を変調する空間光変調素子 7 a ~ 7 c とを備え、上記拡散板 6 a ~ 6 c を揺動させる動作条件等を規定することによって、明るくかつノイズのない高品質の画像表示が可能となる。

- 25 つまり、本実施の形態 1 では、上記拡散板 6 a ~ 6 c の揺動速度を、拡散板の粒子サイズ d と、拡散板 6 a ~ 6 c を揺動する速度 V との間に、 $V > d \times 30$ (ミリメートル/秒) の関係が成り立つよう設定したので、スクリーン 11 上に投影される画像に存在するスペックルノイズを有効に低減することができる。

また、本実施の形態 1 では、上記拡散板 6 a ~ 6 c の拡散角 θ を、照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、上記投写レンズ 10 の明るさ f に基づいて決定す

るようにしたので、拡散板の拡散角、照明光学系の実質的な開口数、投写レンズの明るさが適切な関係となり、投写レンズでのけられによる光量ロスを防ぎ、明るい画像表示が可能である。

また、本実施の形態 1 では、上記空間光変調素子 7 a ~ 7 c と上記拡散板 6 a ~ 6 c との間の距離 L を、上記拡散板の拡散角 θ と、上記照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、上記空間光変調素子の対角方向の画面サイズ D とに基づいて決定するようにしたので、拡散板の拡散角、照明光学系の実質的な開口数、空間光変調素子の対角方向の画面サイズが適切な関係となり、拡散板により空間光変調素子の画像表示部分の外側にまで光が散乱されるのを防ぎ、レーザ光源からスクリーンに至る光伝達経路でのトータルの光量ロスを低減させることができる。

また、本実施の形態 1 では、上記空間光変調素子 7 a ~ 7 c と上記拡散板 6 a ~ 6 c との間の距離 L を、上記拡散板の透過率ムラのピッチと、上記照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} とに基づいて決定するようにしたので、拡散板の拡散角、拡散板の透過率ムラのピッチ、照明光学系の実質的な開口数、拡散板と空間光変調素子との距離が適切な関係となり、拡散板の局所的な透過率ムラによる画像の劣化を防ぎ、高品質の画像表示が可能である。

また、本実施の形態 1 では、上記照明光学系が光インテグレータを含むので、空間光変調素子上での一様な照明を実現可能である。

(実施の形態 2)

第 4(a)図及び第 4(b)図は、本発明の実施の形態 2 による 2 次元画像形成装置を説明するための図であり、第 4(a)図は、照明光の開口数 NA_{in} 、及び空間光変調素子 7 a の出射光の開口数 NA_{out} を示し、第 4(b)図は、拡散板 6 a の拡散角 θ を示している。図において、第 3 図と同一または相当する構成要素については同じ符号を用い、その説明を省略する。

本実施の形態 2 の 2 次元画像形成装置 1 2 0 の赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系は、上記実施の形態 1 の 2 次元画像形成装置 1 1 0 の赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系の光インテグレータ 3 a 及び集光レンズ 1 2 a の代わる、ロッド型光インテグレータ 1 4 a 及び投影レンズ 1 5 a を有している。

上記ロッド型光インテグレータ 1 4 a は、例えばガラスなどでできた、矩形の

断面を持つ透明媒体で、その内部に光を反射する反射面が形成されたものであり、拡大レンズ 2 1 により拡大された光を内部反射して、その出射側端面ではその光強度分布を一様な分布として出射するものである。

上記投影レンズ 1 5 a は、上記ロッド型光インテグレータ 1 4 a からの光を、
5 その出射側端面が空間光変調素子 7 a の画像表示部分に対して 1 対 1 に対応するよう空間光変調素子 7 上に投影するものである。

なお、図示していないが、本実施の形態 2 の 2 次元画像形成装置 1 2 0 の緑色レーザ光源 1 b 及び青色レーザ光源 1 c に対応する照明光学系は、この実施の形態 2 の赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系と同様、上記実施の形態 1 の 2
10 次元画像形成装置 1 1 0 の緑色レーザ光源 1 b 及び青色レーザ光源 1 c に対応する照明光学系の光インテグレータ 3 b、3 c 及び集光レンズ 1 2 b、1 2 c の代わる、ロッド型光インテグレータ及び投影レンズを有している。

次に動作について説明する。

この実施の形態 2 の 2 次元画像形成装置 1 2 0 においても、実施の形態 1 の 2
15 次元画像形成装置 1 1 0 と同様、赤色レーザ光源、緑色レーザ光源、青色レーザ光源から出射した光は、それぞれ対応する照明光学系を経て拡散板に入射し、拡散板により拡散される。該拡散板により拡散されたレーザ光により空間光変調素子は照明され、各空間光変調素子上には、2 次元画像が形成される。そして、各空間光変調素子を通過した光は、ダイクロイックプリズムにより合波され、合波
20 された光は投写レンズによってスクリーン上に投影される。

ここで、赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系では、上記レーザ光源 1 a からの光は、拡大レンズ 2 1 を介してロッド型光インテグレータ 1 4 a に入射し、ロッド型光インテグレータ 1 4 a 内で内部反射を繰り返し、その出射側端面では一様な光強度分布となって出射される。出射された光は、投影レンズ 1 5 a により
25 その出射側端面が空間光変調素子 7 a の画像表示部分に対して 1 対 1 に対応するよう空間光変調素子 7 a 上に投影される。これにより、空間光変調素子 7 a を照明する光はその光強度分布が一様なものとなる。

なお、緑色レーザ光源に対応する照明光学系では、赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系とは異なり、第 1 図に示すように、集光レンズ 1 2 b により集光

された光が直接フィールドレンズ 8 a に入射する。青色レーザ光源 1 c に対応する照明光学系では、該レーザ光源 1 c から出力された光が、赤色レーザ光源 1 a に対応する照明光学系と全く同様にして拡散板 6 c へ導かれる。

5 このように本実施の形態 2 では、上記拡散板 6 a ~ 6 c を揺動させる動作条件等を規定することによって、明るくかつノイズのない高品質の画像表示が可能となる。

10 また、この実施の形態 2 では、照明光学系を、実施の形態 1 の 2 枚の 2 次元レンズアレイ 4 及び 5 からなる光インテグレータに代わる、矩形の断面を持つガラスなどの透明媒体からなるロッド型光インテグレータを含むものとしたので、空間光変調素子上での一様な照明を簡単な構成により実現することができる効果がある。

(実施の形態 3)

第 5 図は、本発明の実施の形態 3 による 2 次元画像形成装置を説明するための図であり、該 2 次元画像形成装置を構成する拡散板を示している。

15 上記実施の形態 1, 2 と異なる点は、上記実施の形態 1, 2 では、拡散板として、表面にランダムな凹凸形状を持つすりガラス状の拡散板を用いているが、本実施の形態 3 では、表面が規則的な凹凸形状を持つ擬似ランダム拡散板 18 を用いている点である。

20 実施の形態 1 及び 2 の拡散板は通常、ガラスや樹脂等の透明基板表面をランダムに荒らすことによって作製されるものであるのに対し、実施の形態 3 の擬似ランダム拡散板 18 は、透明基板の表面を格子状に区分し、区分された各小領域をその高さが隣接する小領域の高さと異なるよう加工して、その表面領域に凹凸を形成したものである。つまり、この擬似ランダム拡散板 18 の表面は、2 次元の格子状セル 19 に分割され、それぞれのセルを通過する光の位相がランダムに変移するよう、その高さがランダムに設定される。凹凸の最大の深さ d は、凹部と
25 凸部を通過する光の位相差が λ となる場合であり、拡散板の屈折率が n 、空気の屈折率が 1 であるので、 $d \times (n - 1) = \lambda$ の関係式が成立する。従って、凹凸の最大の深さ d は、 $\lambda / (n - 1)$ とすればよい。

次に作用効果について説明する。

この実施の形態 3 の 2 次元画像形成装置は、実施の形態 1 及び 2 の 2 次元画像形成装置とは、拡散板として擬似ランダム拡散板を用いる点のみ異なるので、以下、擬似ランダム拡散板を用いる利点について説明する。

つまり、第 5 図に示す擬似ランダム拡散板 18 を用いる利点は、擬似ランダム
5 拡散板 18 を通過する光の拡散角がセルの大きさによって厳密にコントロールすることができる点である。すなわち、擬似ランダム拡散板 18 を通過する光は、以下の (式 6) が示す強度分布でもって拡散される。

$$I(\theta) = \{\sin(\alpha) / \alpha\}^2 \quad (\alpha = \theta \times dc / (\pi \cdot \lambda)) \dots (式 6)$$

10 ここで、 dc は、格子状セル 19 のセルピッチ、 θ は、拡散角である。

例えば、擬似ランダム拡散板 18 の拡散角の半値全角が 10 度となる拡散板 18 を作製するには、上記 (式 6) で $I(\theta) = 1/2$ 、 $\theta = 10 \cdot (2\pi / 360)$ を代入して得られる。青、緑、赤色の光波長がそれぞれ $\lambda = 0.473$ 、 0.532 、 0.640 マイクロメートルのレーザ光源を用いた場合には、セルピッチ
15 dc はそれぞれ、2.4、2.7、3.2 マイクロメートルで作製すれば良い。

擬似ランダム拡散板 18 の作製方法としては、通常の半導体プロセスで用いられるフォトリソグラフィ法とエッチング法によってガラス板上に凹凸パターンを形成する方法を用いることができる。このとき、第 5 図のように、格子状セル 19 の深さを、位相変移 0、 $\pi/4$ 、 $\pi/2$ 、 $3\pi/4$ に相当する深さに設定し
20 ておくと、ガラス板の表面を、2 回のエッチング処理、つまり $\pi/4$ 及び位相変移に相当する深さだけエッチングするエッチング処理と、 $\pi/2$ 位相変移に相当する深さだけエッチングするエッチング処理により、擬似ランダム拡散板 18 を容易に作製することができる。

このようにして拡散板を作製することで、通常の拡散板では、表面形状がラン
25 ダムであることから生じていた課題を解決することができる。

つまり、第 5 図に示すような擬似ランダム拡散板 18 では、1) 場所によって局所的な拡散角が異なり、光利用効率が低下する、2) 場所によって透過率が変化し、画像に強度分布ムラが生じる、3) 拡散角が一定になるよう拡散板を作製することが困難である、4) 拡散角を大きく取った際には偏向方向が乱れる、な

どの課題を解決することが可能である。

このように本実施の形態3では、拡散板として、擬似ランダム拡散板18を用いるようにしたので、一様な拡散角と透過率を実現することができ、よりノイズが少なく、明るい画像表示が可能となる。

- 5 また、本実施の形態3では、上記擬似ランダム拡散板18の表面の格子状に区画されたセル領域を、隣接するセル領域の高さが異なるよう加工しているので、拡散板18を通過する光の拡散角をセルの大きさによって厳密にコントロールすることができ、光利用効率を向上させることができる効果がある。

- 10 また、本実施の形態3では、上記擬似ランダム拡散板18表面の、隣接するセル領域の高さの差を、これらのセル領域を通過する光の位相が $\pi/4$ だけずれるよう設定するようにしたので、拡散角が一定になるよう安定に拡散板を作製することができ、光利用効率を向上させることができる効果がある。

(実施の形態4)

- 15 第6(a)図及び第6(b)図は、本発明の実施の形態4による2次元画像形成装置を説明する図であり、第6(a)図は、上記2次元画像形成装置を構成する拡散板を示す平面図であり、第6(b)図は、第6(a)図のAA'断面を示す図である。

この実施の形態4の2次元画像形成装置は、実施の形態3の2次元画像形成装置における擬似ランダム拡散板18に代わる、表面の凹凸の変化が滑らかである構造の擬似ランダム拡散板20を用いたものである。

- 20 次に、作用効果について説明する。

この実施の形態4の2次元画像形成装置は、実施の形態3の2次元画像形成装置の拡散板とはその表面形状が異なる擬似ランダム拡散板20を用いるものであり、この点のみ上記実施の形態3と異なるので、以下、この擬似ランダム拡散板20を用いる利点について説明する。

- 25 第6図に示す擬似ランダム拡散板20では、拡散板表面の隣接する凹凸部間での段差により生じていた大きな角度で散乱される高次の回折光が生じず、光利用効率を向上させることができる。

回折光の回折角は、凹凸形状の粒状性のサイズdに依存するものである。この粒状性サイズdが大きいとき、回折角は小さくなり、粒状性サイズdが小さいと

き、回折角は大きくなる。本実施の形態4では、粒状性サイズ d が一定以下の大きさになるよう設定することで、回折角を一定以下に抑えることができ、その結果、投影レンズ10の f 値を越える光線が無くなり、光利用効率が向上する。

滑らかに変化する凹凸形状を持つ擬似ランダム拡散板20の作製方法としては、
5 まず、ガラス基板表面を、ランダムな面内分布を持つ段差形状となるよう、つまり段差部がランダムに分布した表面形状となるよう加工する。

つまり、ガラス基板表面にフォトリソグラフィ法によってランダムな面内分布を持つレジストパターンを作製する。作製したレジストパターンをイオンビームエッチング、ウェットエッチング等の方法
10 によりガラス基板表面形状に転写する。このようにして作製されたガラス基板表面は、凹部と凸部がランダムに分布する段差形状をなしている。

次に、ガラス基板表面を、その表面の凸凹の変化が滑らかになるよう研磨処理する。この際、研磨板としてパフのような柔らかい材料を用いると、第6(b)図に示すように、基板表面の、凹部と凸部がランダムに分布する段差形状が、表面の
15 高さの変化が緩やかな凸凹形状となる。研磨の際、基板表面の凹部の深さが減少するので、所望の凹部の深さ D_x を得るためには、エッチングによって作製する基板表面の凹部の深さを、所望の凹部の深さ D_x の2～3倍とするのが良い。

このように本実施の形態4では、拡散板として、その表面の凹凸の変化が滑らかな構造の擬似ランダム拡散板20を用いるので、拡散板表面の隣接する凹凸部
20 間での段差により生じる大きな角度で散乱される高次の回折光の発生を回避することができ、投影レンズ10でのけられによる光量のロスをなくして光利用効率を向上させることができる。

なお、上記説明では、カラー画像の投影装置を例に挙げたが、本発明は単色レーザの画像投影装置、たとえば半導体露光装置などにも利用可能である。

25 また、上記各実施の形態では、2次元画像形成装置が、投影光学系とスクリーンとが別体になった投写型ディスプレイである場合について説明したが、2次元画像形成装置は、投影光学系と透過型スクリーンとを組み合わせた背面投写型2次元画像形成装置であってもよい。

産業上の利用可能性

本発明の２次元画像形成装置は、明るくかつノイズのない高品質の画像表示を可能とするものであり、テレビ受像機、映像プロジェクタなどの画像表示装置や、半導体露光装置などの画像形成装置において有用なものである。

請 求 の 範 囲

1. 光変調により2次元画像を形成する装置であって、
コヒーレント光源と、
5 光を拡散する拡散板と、
上記コヒーレント光源からの光を拡散板に照射する照明光学系と、
上記拡散板を揺動する拡散板揺動部と、
上記拡散板に近接して設置され、該拡散板で拡散された、上記コヒーレント光源からの光を変調する空間光変調素子とを備え、
10 上記拡散板揺動部は、
上記拡散板の粒子サイズ d と、上記拡散板を揺動する速度 V との間に成立する次式、
$$V > d \times 30 \text{ (ミリメートル/秒)}$$

を満す速度で、上記拡散板を揺動する、
15 ことを特徴とする2次元画像形成装置。
2. 光変調により2次元画像を形成する装置であって、
コヒーレント光源と、
光を拡散する拡散板と、
上記コヒーレント光源からの光を拡散板に照射する照明光学系と、
20 上記拡散板に近接して設置され、該拡散板で拡散された、上記コヒーレント光源からの光を変調する空間光変調素子と、
上記空間光変調素子での光変調により得られた像を空間上のある面に投写する投写レンズとを備え、
上記拡散板は、その拡散角を、上記照明光学系の実質的な開口数と、上記投写
25 レンズの明るさに基づいて決定したものである、
ことを特徴とする2次元画像形成装置。
3. 請求の範囲第2項に記載の2次元画像形成装置において、
上記拡散板の拡散角 θ と、上記照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、上記
投写レンズの明るさ f との間に、

$$\theta / 2 + \sin^{-1} (NA_{in}) < 2 \times \tan^{-1} (1 / 2 f)$$

なる関係が成り立つ、

ことを特徴とする２次元画像形成装置。

４． 光変調により２次元画像を形成する装置であって、

５ コヒーレント光源と、

光を拡散する拡散板と、

上記コヒーレント光源からの光を拡散板に照射する照明光学系と、

上記拡散板に近接して設置され、該拡散板で拡散された、上記コヒーレント光源からの光を変調する空間光変調素子と、

１０ 上記空間光変調素子での光変調により得られた像を空間上のある面に投写する投写レンズとを備え、

上記空間光変調素子と上記拡散板とは、上記拡散板の拡散角と、上記照明光学系の実質的な開口数と、上記空間光変調素子の対角方向の画面サイズとに基づいて決定した距離だけ隔てて配置されている、

１５ ことを特徴とする２次元画像形成装置。

５． 請求の範囲第４項に記載の２次元画像形成装置において、

上記拡散板の拡散角 θ と、上記照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、上記空間光変調素子と上記拡散板との間の距離 L と、上記空間光変調素子の対角方向の画面サイズ D との間に、

$$20 \quad (\theta / 2 + \sin^{-1} (NA_{in})) \times L < D / 3$$

の関係が成り立つ、

ことを特徴とする２次元画像形成装置。

６． 光変調により２次元画像を形成する装置であって、

コヒーレント光源と、

２５ 光を拡散する拡散板と、

上記コヒーレント光源からの光を拡散板に照射する照明光学系と、

上記拡散板に近接して設置され、該拡散板で拡散された、上記コヒーレント光源からの光を変調する空間光変調素子と、

上記空間光変調素子の像を空間上のある面に投写する投写レンズとを備え、

上記空間光変調素子と上記拡散板とは、上記拡散板の透過率ムラのピッチと、上記照明光学系の実質的な開口数とに基づいて決定した距離だけ隔てて配置されている、

ことを特徴とする２次元画像形成装置。

- 5 7. 請求の範囲第６項に記載の２次元画像形成装置において、

上記拡散板の透過率ムラのピッチ P と、上記照明光学系の実質的な開口数 NA_{in} と、上記空間光変調素子と上記拡散板との間の距離 L との間に

$$L \times NA_{in} > P$$

なる関係が成り立つ、

- 10 ことを特徴とする２次元画像形成装置。

8. 請求の範囲第１項ないし第７項のいずれかに記載の２次元画像形成装置において、

上記照明光学系は、光インテグレータを含む、

ことを特徴とする２次元画像形成装置。

- 15 9. 請求の範囲第８項に記載の２次元画像形成装置において、

上記光インテグレータは、少なくとも２枚のレンズアレイからなる、

ことを特徴とする２次元画像形成装置。

10. 請求の範囲第８項に記載の２次元画像形成装置において、

上記光インテグレータは、ロッド型光インテグレータからなる、

- 20 ことを特徴とする２次元画像形成装置。

11. 請求の範囲第１項ないし第７項のいずれかに記載の２次元画像形成装置において、

上記拡散板は、所望の拡散角が得られるよう表面が加工された擬似ランダム拡散板からなる、

- 25 ことを特徴とする２次元画像形成装置。

12. 請求の範囲第１１項に記載の２次元画像形成装置において、

上記擬似ランダム拡散板は、透明基板を、その表面の格子状に区画されたセル領域を、隣接するセル領域の高さが異なるよう加工してなるものである、

ことを特徴とする２次元画像形成装置。

1 3. 請求の範囲第 1 2 項に記載の 2 次元画像形成装置において、

上記透明基板を加工してなる擬似ランダム拡散板は、隣接するセル領域の高さの差が、これらのセル領域を通過する光の位相が $\pi/4$ だけずれるよう設定したものである、

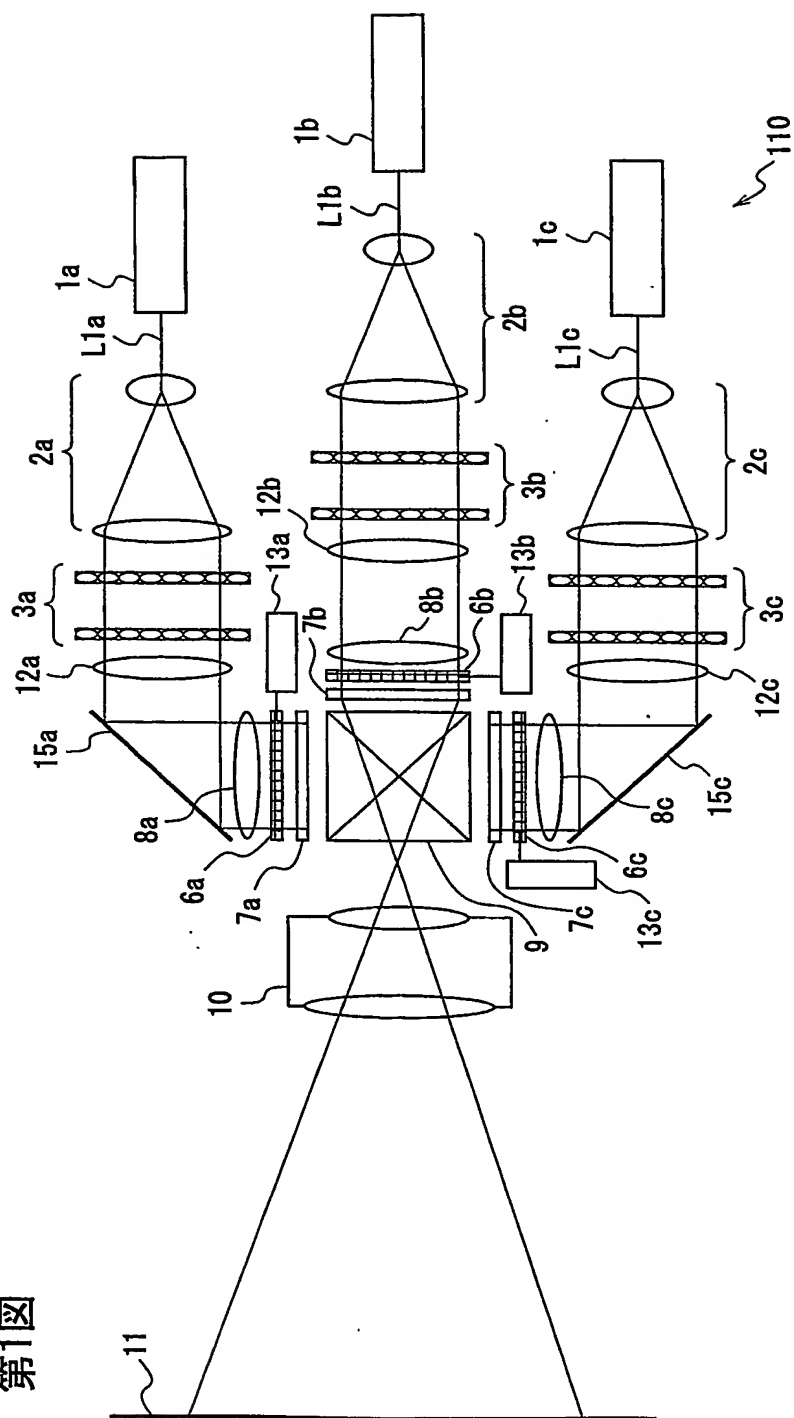
5 ことを特徴とする 2 次元画像形成装置。

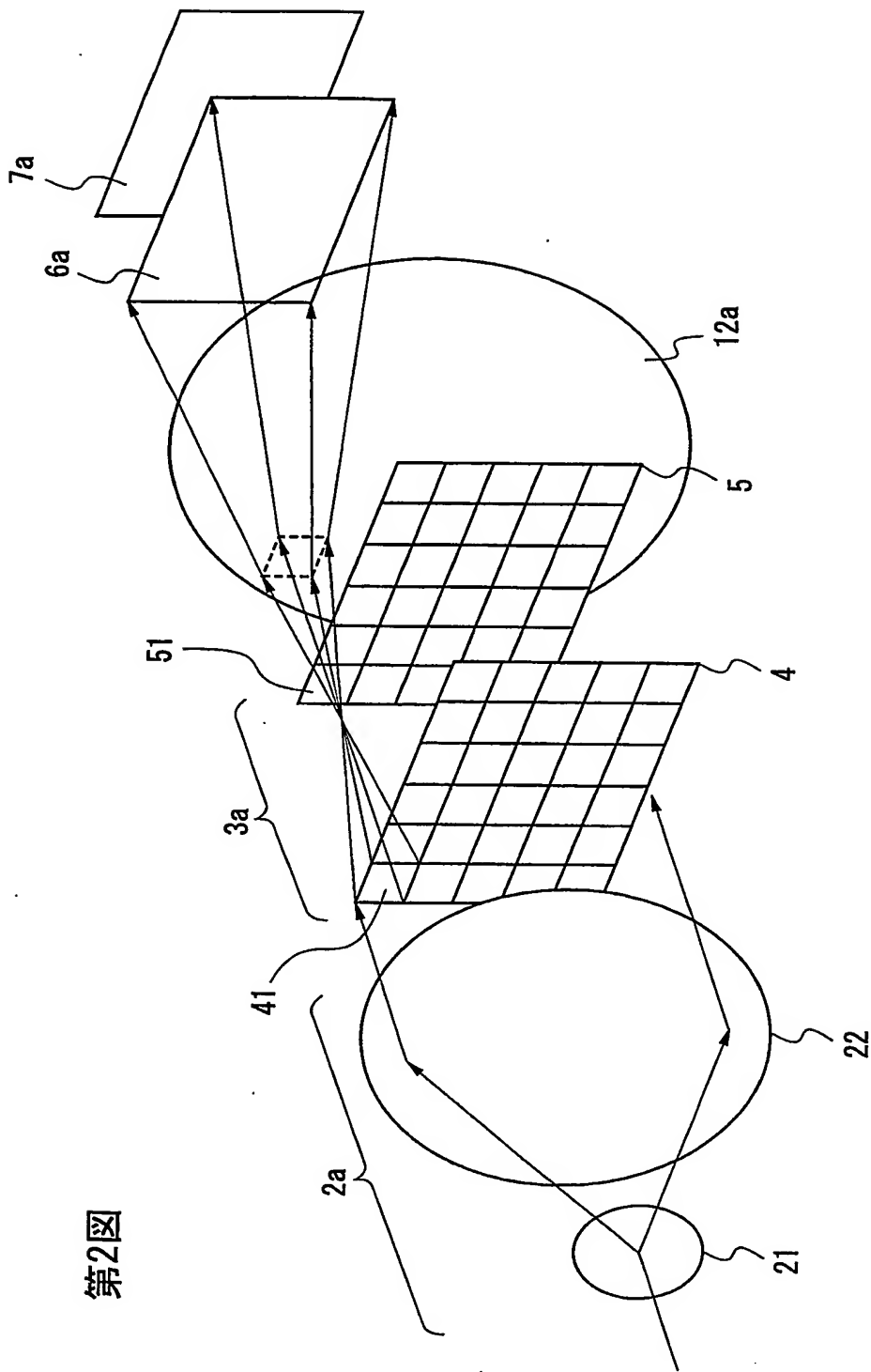
1 4. 請求の範囲第 1 1 項に記載の 2 次元画像形成装置において、

上記擬似ランダム拡散板は、その表面の高さが連続して変化する凹凸表面形状を有する、

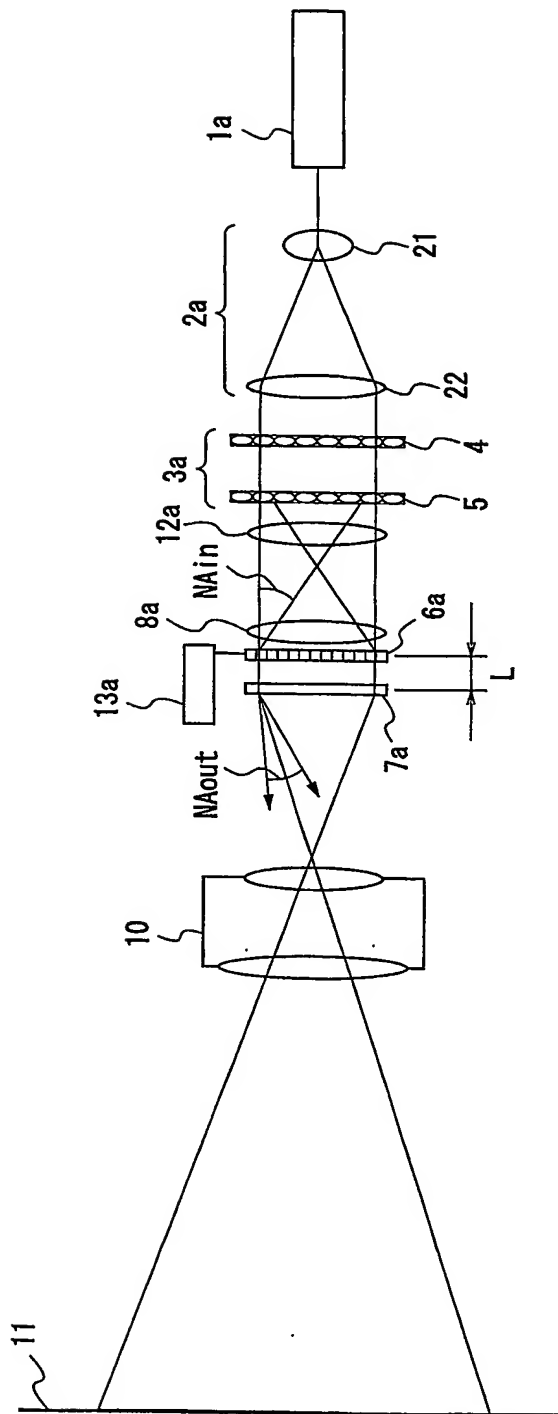
ことを特徴とする 2 次元画像形成装置。

圖一

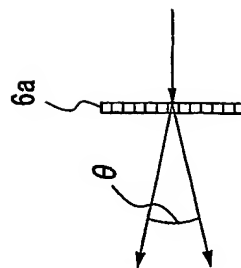




第3(a)図

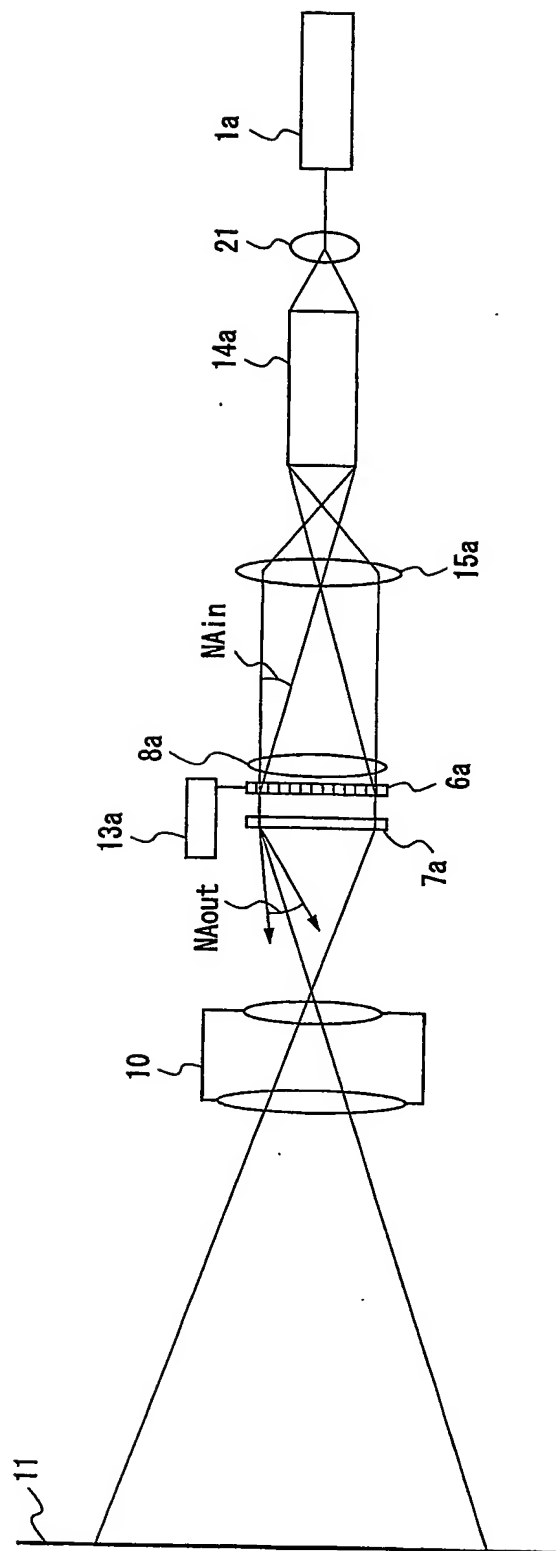


第3(b)図

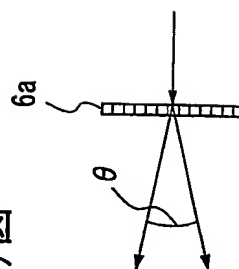


4/7

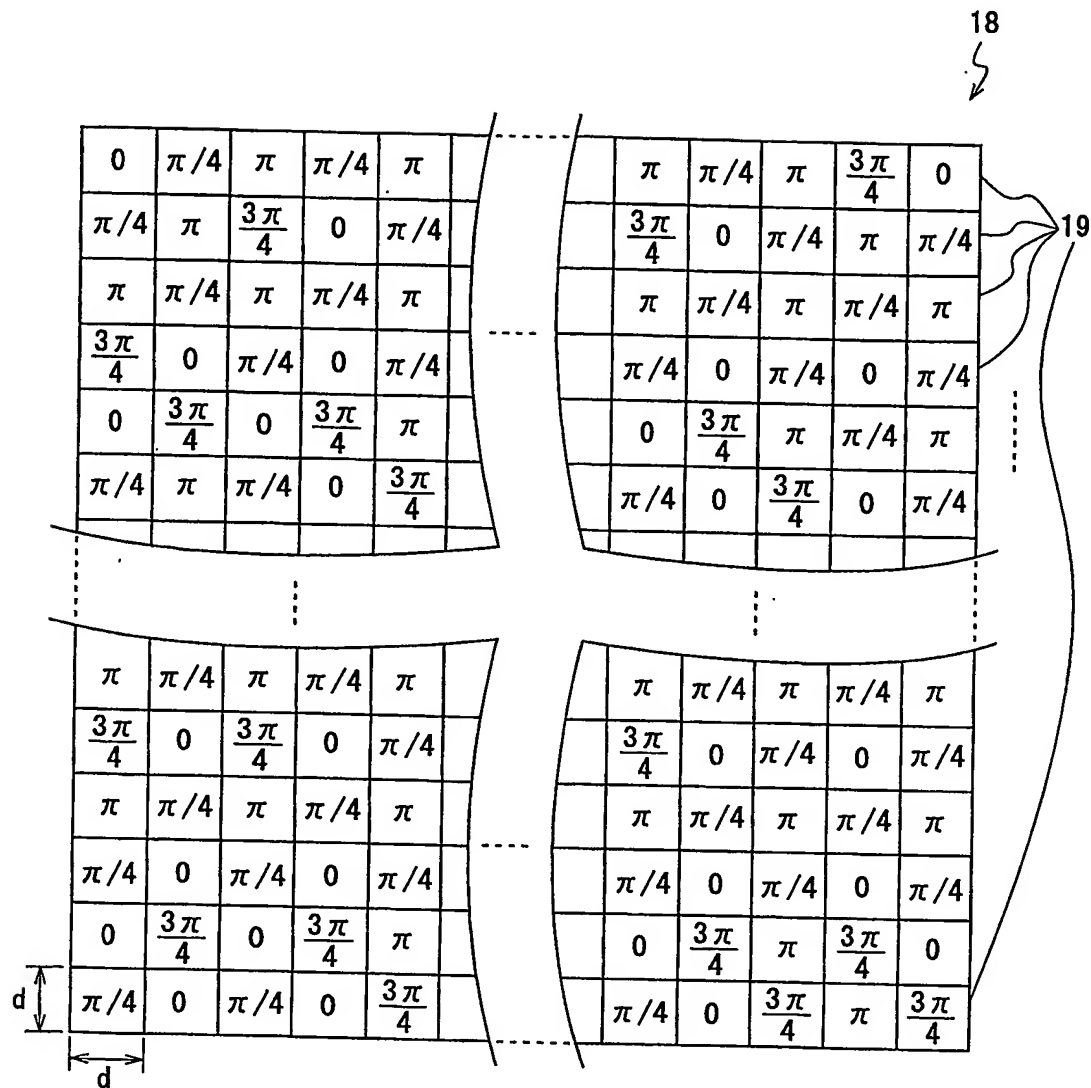
第4(a)図



第4(b)図

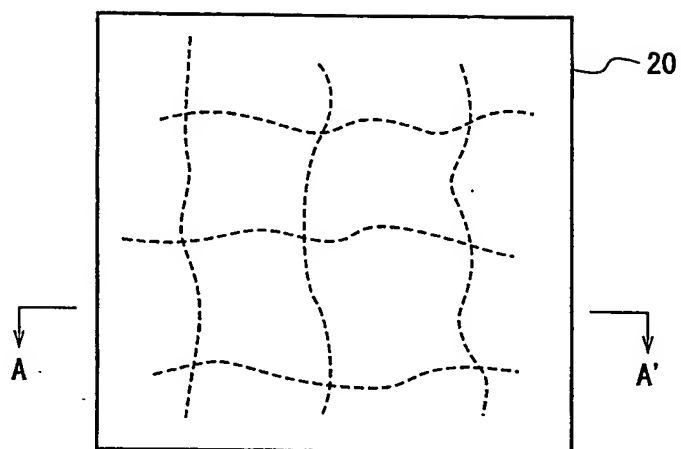


第5図

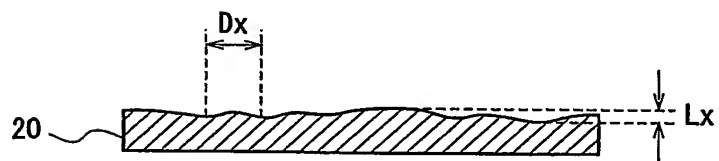


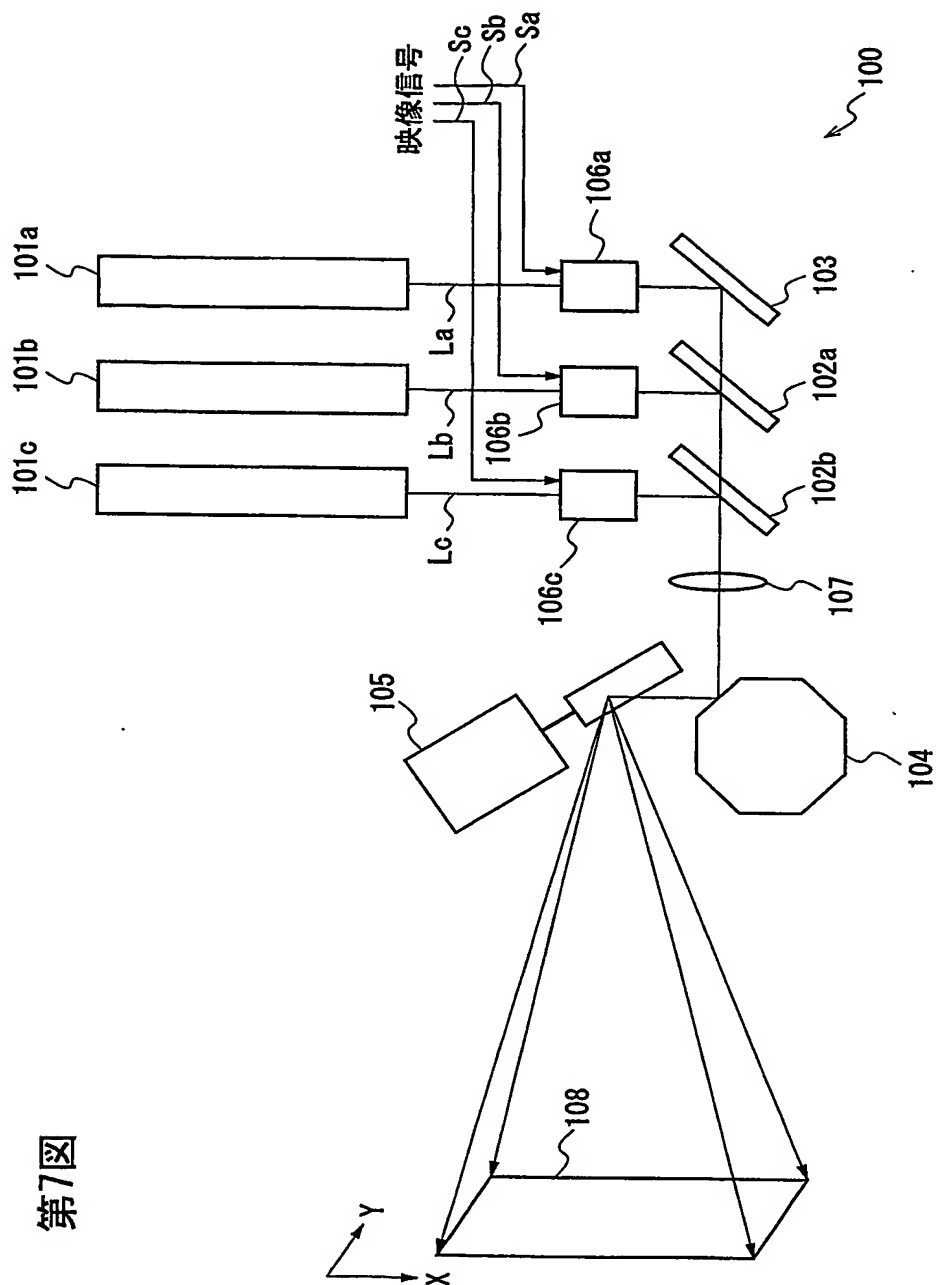
6/7

第6(a) 図



第6(b) 図





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G03B21/14, G02B5/02, G02B26/00, G02B27/18, G02F1/13,
G02F1/13357, H04N5/74, H04N9/31

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G03B21/00-21/30, G02B5/02, G02B26/00, G02B27/18, G02F1/13,
G02F1/13357, H04N5/74, H04N9/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y X	JP 2003-098476 A (Eastman Kodak Co.), 03 April, 2003 (03.04.03), Full text; all drawings & US 2003/0039036 A1 & EP 1292134 A2 & US 6594090 B2	1, 11-14 2-10
Y	JP 2001-100316 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 13 April, 2001 (13.04.01), Par. Nos. [0014] to [0015], [0018] to [0020] (Family: none)	1
Y	JP 2594319 B2 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 19 December, 1996 (19.12.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 August, 2004 (20.08.04)

Date of mailing of the international search report
07 September, 2004 (07.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010746

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-279889 A (Eastman Kodak Co.), 02 October, 2003 (02.10.03), Full text; all drawings & US 6577429 B1 & EP 1328128 A1	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G03B21/14、G02B5/02、G02B26/00、G02B27/18、 G02F1/13、G02F1/13357、H04N5/74、H04N9/31			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G03B21/00-21/30、G02B5/02、G02B26/00、 G02B27/18、G02F1/13、G02F1/13357、H04N5/74、H04N9/31			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP 2003-098476 A (イーストマン コダック カ ンパニー) 2003.04.03、全文、全図 &US 2003/0039036 A1 &EP 1292134 A2 &US 6594090 B2	1, 11-14	
X		2-10	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 20.08.2004		国際調査報告の発送日 07.9.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 佐竹 政彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-100316 A (三菱レイヨン株式会社) 2001. 04. 13、【0014】－【0015】、【0018】－【0020】段落 (ファミリーなし)	1
Y	JP 2594319 B2 (松下電器産業株式会社) 1996. 12. 19、全文、全図 (ファミリーなし)	11-14
A	JP 2003-279889 A (イーストマン コダック カ ンパニー) 2003. 10. 02、全文、全図 &US 6577429 B1 &EP 1328128 A1	1-14